

# Compte-rendu de stage

**Mission : Electrotechnicien - Support et assistance, essais et mise en route**

**Encadrant : Yann LEGARS, Ingénieur procédés - Mini Green Power**



**Della Toffola Antoine, 24 juin 2025**

**BUT 3 Génie Électrique et Informatique Industrielle**

**Parcours : Automatisme et Informatique Industrielle**

## Remerciements

Je tiens à remercier les équipes procédés et projeteurs de Mini Green Power, et tout particulièrement Floriane, Yann et Frédéric, pour leur accompagnement, leur disponibilité et l'intérêt qu'ils ont porté à mon stage.

Mes remerciements vont également à l'ensemble de l'équipe de l'atelier pour leur appui technique, leurs conseils pratiques, et pour m'avoir permis de mener à bien les missions qui m'ont été confiées. Ainsi qu'à Philippe et Jean, la direction, pour m'avoir accueilli au sein de MGP et offert l'opportunité de réaliser ce stage.

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance à Messieurs Pignol et Gibert pour l'attention et le temps consacré à mon travail.

# Sommaire

<b>Remerciements.....</b>	<b>1</b>
<b>Sommaire.....</b>	<b>2</b>
<b>Lexique.....</b>	<b>3</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>5</b>
<b>I - Présentation de l'entreprise et contexte.....</b>	<b>7</b>
I.A - Environnement et organisation.....	7
I.A.1 - Présentation générale de l'entreprise.....	7
I.A.2 - Historique et développement.....	7
I.A.3 - Projets actuels et perspectives.....	8
I.A.4 - Organisation interne et site de production.....	8
I.B - Contexte.....	9
I.B.1 - Culture et valeurs d'entreprise.....	9
I.B.2 - Modèle économique et ambitions.....	10
I.B.3 - Synthèse.....	10
I.B.4 - Ouverture : intégration au sein du projet.....	10
<b>II - Activités techniques.....</b>	<b>11</b>
II.A - Analyse du besoin, contraintes et environnement technique.....	11
II.A.1 - Présentation du projet Démonstrateur 1 MWTh + ORC.....	11
II.A.2 - Contraintes et spécificités du projet.....	13
II.A.3 - Moyens techniques et documents mobilisés.....	15
II.B - Déroulement des missions et interventions réalisées.....	16
II.B.1 - Phase préparatoire et conception technique.....	16
II.B.2 - Mise en place, câblage et raccordement des équipements.....	18
II.B.3 - Paramétrage, essais fonctionnels et ajustements.....	20
II.B.4 - Suivi qualité, documentation technique et conformité.....	22
II.B.5 - Interface projet, coordination et gestion logistique.....	22
II.B.6 - Conclusion de la phase opérationnelle.....	23
II.B.7 - Suite des opérations.....	23
<b>III - Bilan de l'activité.....</b>	<b>24</b>
III.A - Apports scolaires.....	24
III.A.1 - État initial et évolution du projet.....	24
III.A.2 - Compétences techniques mobilisées.....	24
III.B - Apports professionnels.....	25
III.B.1 - Prolongements.....	25
III.B.2 - Apports en contexte professionnel.....	25
III.B.3 - Mise en perspective.....	26
<b>Conclusion.....</b>	<b>27</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>28</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>28</b>

## Lexique

- **CSR** (Combustible Solide de Récupération) : Déchets solides non recyclables (plastique, bois, textiles...) broyés pour produire de l'énergie.
- **ORC** (Organic Rankine Cycle) : Production d'électricité par échange thermique en utilisant un fluide organique à la place de la vapeur d'eau.
- **SKID** : Module industriel pré-assemblé sur châssis métallique, regroupant plusieurs équipements.
- **Cyclone** : Dispositif qui sépare les particules solides d'un gaz, utilisé ici pour filtrer les cendres.
- **FAM** (Filtre à Manche) : Système de filtration composé de manches en tissu, qui retiennent les particules fines.
- **Biomasse** : Matière organique d'origine végétale utilisée comme source d'énergie (déchets verts, bois, résidus agricoles...).
- **Biochar** : Résidu solide (charbon) obtenu par pyrolyse de biomasse, utilisé comme fertilisant ou puits de carbone.
- **PID** (Piping and Instrumentation Diagram) : Schéma technique des équipements, tuyauteries et instruments de l'installation.
- **PMER** (Pré-Mise En Route) : Étape de vérification qualité avant la mise en service officielle d'un système (test à vide ou partiellement).
- **MER** (Mise En Route) : Lancement qualité complet d'un système ou d'un procédé, en conditions réelles ou simulées.
- **Fab. elec.** (Fabrication électrique) : Fiche qualité qui suit l'ensemble des travaux liés à l'installation électrique (câblage, raccordement, coffrets...).
- **Fab. instrum.** (Fabrication instrumentation) : Fiche qualité qui suit l'ensemble des tâches liées à la mise en place des capteurs, des supports, du câblage d'instrumentation.
- **Punch list** : Liste de tâches et travaux non aboutis, des défauts ou ajustements à corriger avant validation du chantier.
- **NO** (Normally Open) : Contact électrique normalement ouvert.

- **NC (Normally Closed)** : Contact électrique normalement fermé.
- **Pyrogazéification** : Procédé thermique combinant pyrolyse (chauffage sans oxygène) et gazéification (réaction avec peu d'oxygène), pour produire du gaz combustible à partir de déchets.
- **Motoréducteur** : Système composé d'un moteur et un réducteur de vitesse.
- **CAO (Conception Assistée par Ordinateur)** : Logiciels spécialisés pour concevoir des schémas, plans ou modèles 3D d'équipements (autocad, solidWorks...).
- **Trémie** : Réservoir utilisé pour stocker et distribuer des matériaux solides.
- **Capteur inductif** : Capteur détectant la présence d'objets métalliques à courte distance et sans contact.
- **Capteur optique** : Capteur utilisant un faisceau lumineux pour détecter la présence d'un objet.
- **Capteur à ultrasons** : Capteur mesurant un niveau à l'aide d'ondes sonores.
- **Pré-commissioning** : Ensemble des vérifications et essais préalables à la mise en route officielle d'un système.

## Introduction

Dans le cadre de ma troisième année d'étude en BUT Génie Électrique et Informatique Industrielle, en spécialité Automatisme et Informatique Industrielle, j'ai effectué un stage de 14 semaines au sein de l'entreprise Mini Green Power, dont le bureau d'étude se trouve à Hyères, dans le Var. MGP est une startup au format PME industrielle, spécialisée dans la conception de Mini Centrales Vertes, permettant la valorisation de déchets non recyclables en énergie renouvelable et décarbonée.

Ce stage a été pour moi l'opportunité de m'intégrer à un environnement industriel dont les recherches sont innovantes et porteuses de sens. Les ambitions de Mini Green sont directement en lien avec mes intérêts professionnels et écologiques, contribuer à une réindustrialisation durable de la France par une énergie plus propre, plus locale, et plus responsable. J'ai choisi cette entreprise pour ses projets mais également sa dimension à la fois technique et humaine, me laissant ainsi une grande diversité de missions possibles, ce qui n'aurait pas été le cas dans un plus grand groupe comme lors de mon précédent stage à l'Ifremer.

Mon rôle principal a été d'intervenir en tant qu'électrotechnicien essais et mise en route sur un projet : le démonstrateur ORC 1 MW thermique, un prototype de centrale destiné à valider la technologie MGP en vue de futurs déploiements à plus grande échelle. L'entreprise m'a confié la responsabilité de mettre en place toute la partie instrumentation et câblage du silo 1, de réaliser les premiers essais de fonctionnement, et de produire la documentation associée. Ce stage a donc pu constituer une expérience professionnelle dans un contexte d'intégration de systèmes et d'instrumentation, en lien direct avec mon projet de poursuite dans les domaines de l'énergie et du suivi de données.

Ma mission constituait un cahier des charges assez précis : il s'agissait de préparer le silo 1 du démonstrateur à sa mise en service, en assurant son équipement électrotechnique complet (capteurs, câblage, paramétrage, essais...), tout en garantissant la reproductibilité des solutions mises en oeuvre pour les deux autres silos. La problématique résultante de cette mission de stage pourrait donc être formulée ainsi : comment concevoir, documenter et valider une solution électrotechnique complète et standardisable dans le cadre d'un démonstrateur industriel modulaire ? L'enjeu était d'assurer la fiabilité du fonctionnement du silo, tout en tenant compte des contraintes de modularité, d'esthétique industrielle, et de futur déploiement.

Ce rapport, suivant les consignes imposées par l'université, présente le déroulement et l'analyse de la tâche à laquelle j'ai consacré le plus de temps. Sa première partie est consacrée à la présentation de l'entreprise, de son organisation et du contexte technique/environnemental de la mission. La seconde partie expose le détail des activités techniques menées, depuis la phase de préparation jusqu'aux essais et ajustements. Enfin, une troisième partie est consacrée à un bilan de cette expérience, passant sur les compétences mobilisées, les apports professionnels et personnels, et les perspectives de poursuites qui sont envisagées.

# I - Présentation de l'entreprise et contexte

## I.A - Environnement et organisation

### I.A.1 - Présentation générale de l'entreprise

Mini Green Power est une startup varoise fondée en 2014. Elle est spécialisée dans la fabrication de petites centrales électriques vertes et de sécheurs de biomasse. MGP s'est imposé dans le secteur des énergies vertes avec comme objectif de réduire les émissions de carbone et de mieux valoriser les déchets.



Les solutions modulaires développées permettent dès lors de transformer les déchets non recyclables (biomasse, déchets verts, de bois ou encore CSR) en énergie prenant la forme de chaleur, d'électricité ou bien de capturer du dioxyde de carbone dans du Biochar. Elle évolue donc autour de trois axes majeurs de l'industrie : réduire les déchets, produire de l'énergie et limiter l'impact climatique, dans un contexte où la France génère chaque année près de 60 millions de tonnes de déchets de biomasse, avec encore trop peu de valorisation.

### I.A.2 - Historique et développement

Depuis 2014, MGP s'est progressivement développée pour concevoir et mettre en route ses premières centrales comme celle de Torre Nova, en Sicile par exemple. Cette installation de 2,5 MW thermique alimente deux ORC produisant chacun 100 kW électrique et valorise des déchets verts d'industries locales. In fine la centrale permet de réinjecter l'électricité dans le réseau et de récupérer la chaleur pour des usages dans l'agroalimentaire. Torre Nova est un bon exemple des atouts mis en avant par Mini Green, produire et exploiter plusieurs formes d'énergies, optimisant ainsi la production et assurant une meilleure rentabilité pour les

<sup>1</sup> Schéma commercial

exploitants. D'autres projets adaptés à des industries différentes ont également permis à MGP de flexibiliser sa technologie.

Le démonstrateur installé à Hyères (centrale de 550 kW thermique), avant son incendie en 2023, avait quant à lui servi de vitrine technologique et de laboratoire pour de nouveaux développements et test de combustibles envisagés lors d'études.

### I.A.3 - Projets actuels et perspectives

Les projets de Mini Green mettent en avant plusieurs atouts : réduire les coûts de traitement des déchets, produire une énergie locale et décarbonée, limiter la dépendance énergétique et valoriser la chaleur, qui est fatale à toute production d'énergie. De cette combinaison en résulte des solutions attractives pour les industriels, les collectivités et les exploitants de matières premières qui cherchent à améliorer leur bilan carbone tout en maîtrisant leurs coûts.

MGP développe actuellement un démonstrateur ORC de 1 MW thermique en partenariat avec un acteur leader de la gestion des déchets (non nommé pour des raisons de confidentialité). Ce premier projet sert de pilote pour confirmer l'efficacité des conceptions de Mini Green, débouchant sur des contrats de centrales de 10 MW thermiques. Réussir ce chantier est aujourd'hui impératif pour l'entreprise car elle se verrait devenir un fournisseur clé de leaders industriels à une échelle nationale et européenne. Les perspectives d'évolution de MGP dépendent donc de sa capacité à confirmer l'adaptabilité de leurs centrales tout en démontrant leur compétitivité économique.

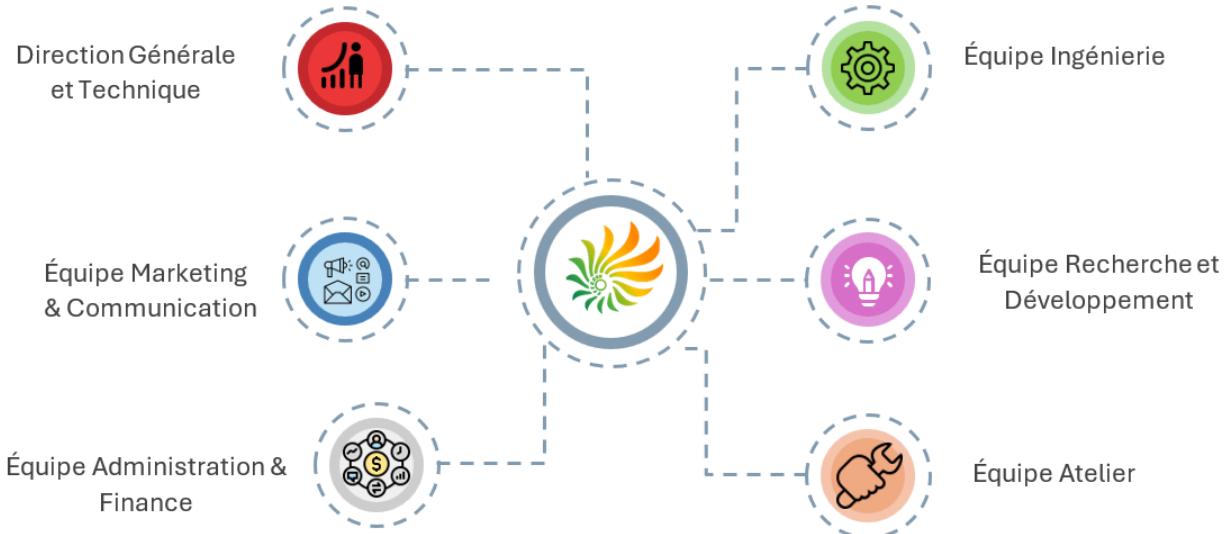
### I.A.4 - Organisation interne et site de production

Mini Green dispose d'un atelier et de bureaux regroupés dans une zone artisanale Hyéroise. Cet atelier qui avait accueilli le démonstrateur 550 Kw thermique, reste le centre principal de fabrication et d'assemblage. Les bureaux regroupent les services d'ingénierie, de direction et les services administratifs et commerciaux.

L'entreprise commence à s'étendre sur Paris et à moyen terme, envisage de s'implanter dans d'autres pays comme l'Allemagne où commencent à émerger de futurs clients. L'organisation interne du site de Hyères repose sur trois pôles complémentaires : le bureau d'études, où s'élaborent les solutions techniques ; l'atelier, qui assure la fabrication et la maintenance ; et l'équipe projet, qui pilote les déploiements. La direction générale de l'entreprise est assurée par Jean Riondel (également président et fondateur) et Julien Florent (directeur général), accompagné de Philippe Rivet (directeur des opérations) et Jean-Pierre Etienne (directeur commercial). La partie process est managée par Floriane Paty (ingénieur procédés) depuis 7 ans au sein de l'entreprise, la projection par Yohan Paidjan (dessinateur

projeteur) et la recherche et développement par Kelly Wen Yee Chung (docteur R&D).

Ce bureau d'étude, bien que débordant de connaissances, se voit renforcer par des consultants et experts pour accroître certaines compétences internes comme la combustion, l'informatique ou la conduite de projets.



2

## I.B - Contexte

### I.B.1 - Culture et valeurs d'entreprise

Depuis 2020, Mini Green est devenu une entreprise à mission, pour affirmer que ses objectifs sociétaux et environnementaux vont au-delà de l'économie. Tous les collaborateurs sont sensibilisés aux valeurs communes de transparence, d'autonomie et d'implication de tous. Un investissement qui contribue activement à faire avancer l'entreprise et permet à chacun de lever de potentiels blocages.

Dans un but d'internaliser les compétences, la culture de l'entreprise passe également par la transmission de savoir et la formation. Les stagiaires, alternants et jeunes recrues sont accompagnés, à travers des formations initiales mais aussi au fil des projets par les collaborateurs les plus expérimentés. Cette approche, prend souvent la forme de moments autour d'un schéma, d'un calcul, ou un retour d'expérience après une mission. Ces instants favorisent une montée en compétence rapide et contribuent à forger la culture d'équipe.

---

<sup>2</sup> Organigramme de l'entreprise

## I.B.2 - Modèle économique et ambitions

Mini Green construit un modèle économique diversifié composé de la vente d'études à des entreprises souhaitant chiffrer le déploiement de centrales ou d'outils, d'équipement, de services d'exploitation et maintenance ainsi que de licences. L'économie de l'entreprise est également renforcée par les subventions nationales comme le CIR (Crédit Impôt Recherche) et par des investissements découlant d'accords commerciaux avec divers grands groupes et des levées de fonds menés auprès de fonds d'investissements publics et privés.

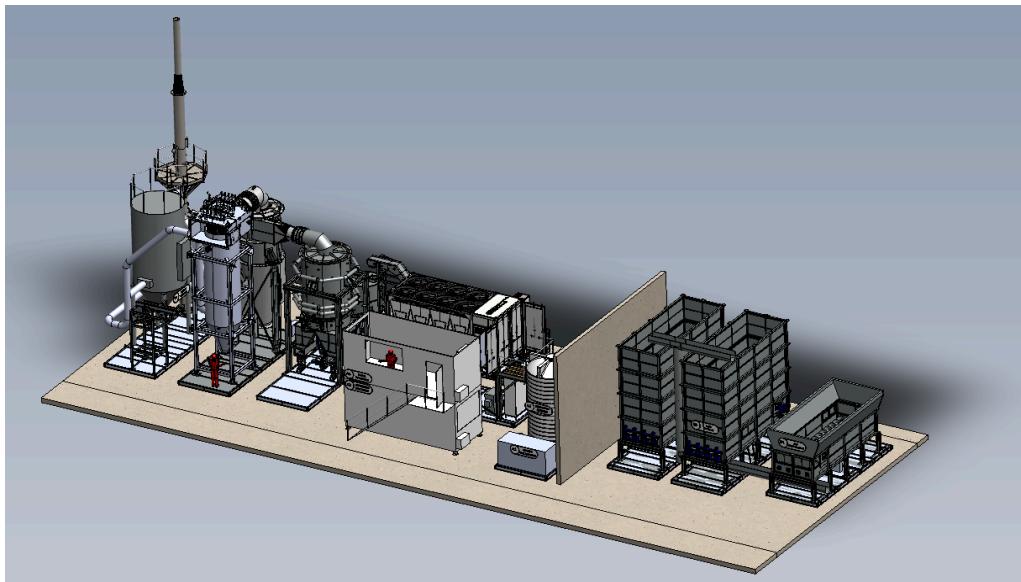
Pour les années à venir, l'objectif est d'accélérer les ventes et transformer les projets pilotes en déploiements à grande échelle.

## I.B.3 - Synthèse

Mini Green Power incarne une nouvelle génération d'entreprises qui, soucieuses de leur impact sur l'environnement, cherchent à combiner innovation technologique, engagement environnemental et ambition économique. Plus qu'un fabricant d'équipements, MGP souhaite agir comme un véritable moteur de changement, et ainsi montrer qu'il est possible de placer l'environnement au cœur du développement industriel.

## I.B.4 - Ouverture : intégration au sein du projet

Mon intégration à l'équipe en tant qu'électrotechnicien m'a plongé au cœur du projet actuel : le suivi du démonstrateur ORC de 1 MW thermique. Ce stage m'a donné l'occasion de travailler sur des tâches variées aux côtés des équipes procédés, projeteurs et techniques pour assurer un suivi régulier des livrables, contribuer à la préparation des documents pré-commissioning et participer à la mise en route de certains modules.



3

## II - Activités techniques

### II.A - Analyse du besoin, contraintes et environnement technique

#### II.A.1 - Présentation du projet Démonstrateur 1 MWTh + ORC

Afin de développer des solutions de valorisation énergétique à petite échelle, Mini Green Power a lancé la conception et la fabrication d'un démonstrateur basé sur le principe de l'ORC, capable de produire de l'électricité depuis une puissance thermique de 1 MW, elle-même produite à partir de déchets solides. Ce démonstrateur, implanté dans un environnement de production modulaire, s'inscrit dans un objectif double : démontrer la faisabilité industrielle de la production d'énergie à partir de combustibles non recyclables (tels que le CSR ou les déchets végétaux) et valider la standardisation des unités constitutives pour une réPLICATION à plus grande échelle (contrat cadre).

Pour ce qui est du fonctionnement général de la centrale sans entrer dans les procédés qui font objet de recherches confidentielles, elle convertit les déchets en énergie, mais avant ça, ils passent par plusieurs étapes. Ils sont stockés dans différentes trémies, déplacés par des convoyeurs à bandes ou vis et acheminés jusqu'à un bac intermédiaire qui alimente le réacteur où ils subiront une combustion à étage pour être pyrogazéifiés. Ce gaz combustible est ensuite brûlé pour rentrer

---

<sup>3</sup> Visuel 3D implantation générale

dans un cyclone (permet d'assurer une combustion complète) puis dans une chaudière et faire un premier échange de chaleur, afin d'alimenter un ORC où l'échange thermique entre les deux fluides sert à produire de l'électricité via une turbine. Les fumées résultantes traversent ensuite un FAM et autres filtres pour y retenir cendres et particules fines. Les fumées "nettoyées" sont ensuite analysées et traitées pour éviter que les polluants type monoxyde de carbone (CO) pouvant résulter d'une combustion incomplète ne soient rejetés dans l'atmosphère.

L'architecture globale de la centrale repose sur une combinaison de sous-systèmes complémentaires (nommés skids), intégrant des modules de réception, de stockage, de transfert et de combustion. Tous ces modules sont matérialisés par des premiers supports en acier, qui font la jonction entre le supportage respectif de chaque installation et la dalle en béton d'environ 520m<sup>2</sup> (13m x 40m). Trois silos d'alimentation sont associés, jouant chacun un rôle dans la gestion des flux entrants, avant que la matière ne soit dirigée vers les skids de valorisation thermique. Le projet prévoit également l'implémentation d'une instrumentation complète, indispensable au contrôle, à la surveillance et à la sécurité des opérations.

L'unité désignée sous le nom de "Silo 1" est le prototype fonctionnel d'un des ensembles de stockage de ce démonstrateur. Elle a été dotée de toutes les fonctionnalités nécessaires pour réaliser les tests de mise en service en atelier (instrumentation et puissance). Ce silo se compose entre autres d'un caisson principal destiné au stockage de la matière, d'un plancher de quatre vis sans fin (positionnées en fond de cuve), d'une vis de décompactage, ainsi que de cinq motoréducteurs. Une instrumentation spécifique à ce silo est intégrée, incluant des capteurs de niveau à ultrason (niveau général du silo), optiques (niveau haut du convoyeur), des capteurs de rotation associés aux vis (capteurs inductifs), une boîte de jonction centralisant les signaux d'instrumentation, ainsi qu'un câblage complet (définitif pour l'instrumentation et dédié aux phases d'essai pour la partie puissance).



4

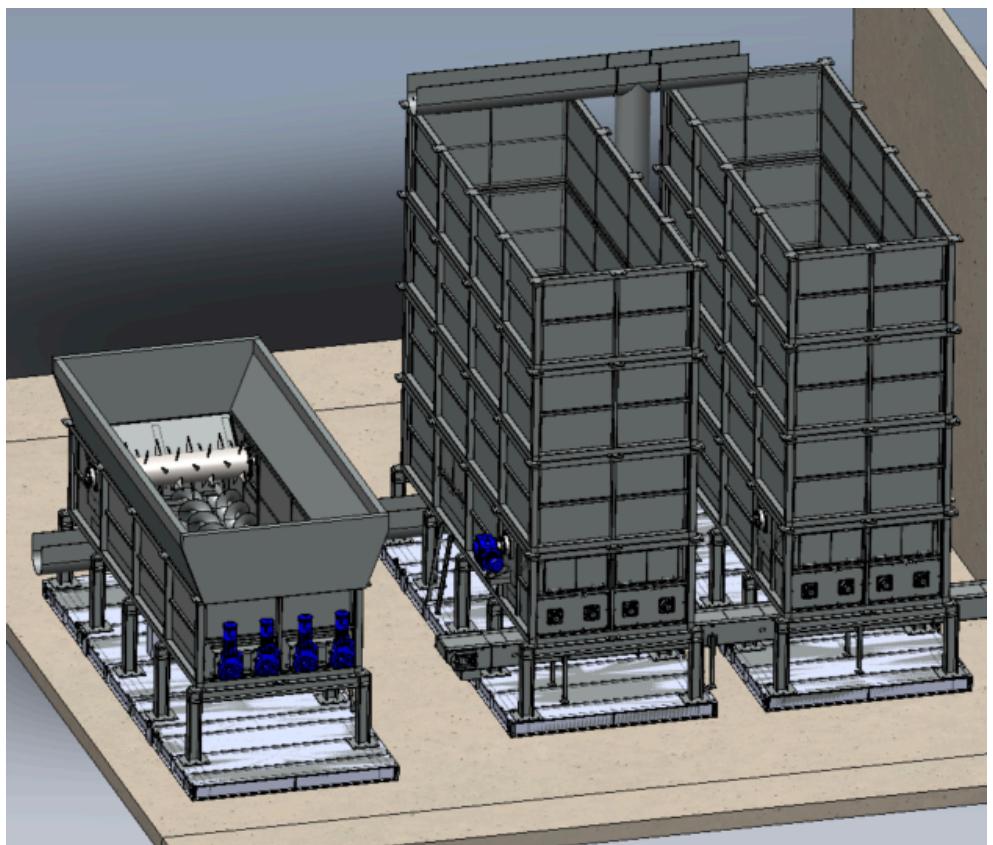
<sup>4</sup> Photographie silo 1

L'ensemble est conçu de manière à servir de base pour la duplication future sur les silos 2 et 3, tout en permettant de tester les conditions de mise en service, d'ajustement matériel, et de compatibilité entre les éléments électrotechniques et la supervision. Ainsi, chaque élément du Silo 1 devait être pensé pour son bon fonctionnement industriel local, mais également dans une perspective de transposition plus standardisée. Le silo n'est pas là à sa forme définitive, mais celle de mise en route, qui changera ensuite pour une partie supérieure évasée (facilitant ainsi le chargement).

## II.A.2 - Contraintes et spécificités du projet

Le déploiement de cette unité a été soumis à un ensemble de contraintes techniques, organisationnelles et esthétiques, qui ont profondément influencé la manière dont l'installation a été conçue, s'est déroulée puis validée. Une attention particulière a été nécessaire pour la gestion des cheminements de câbles, en raison de la cohabitation obligatoire entre les lignes de puissance et les lignes d'instrumentation. Il a été exigé que les parcours soient non seulement techniquement optimisés, mais également facilement accessibles pour les opérations de maintenance, et surtout visuellement harmonieux avec l'ensemble des équipements mécaniques. Ce qui a posé le plus problème, se basant sur un critère subjectif duquel en résultera la refonte complète de ce cheminement à plusieurs reprises. Des arbitrages souvent complexes alimentant de nombreux débats, ont ainsi été fait entre les impératifs techniques, les contraintes budgétaires, la faisabilité sur site, et les standards esthétiques de l'entreprise, particulièrement exigeants dans le cadre d'un démonstrateur qui fera office de vitrine technologique.

Par ailleurs, le caractère modulaire de la centrale a imposé que les supports des capteurs, les configurations de câblage, ainsi que l'organisation de l'instrumentation puissent être réutilisés à l'identique pour les autres silos, malgré des écarts géométriques notables entre les structures et que le tout soit démontable en cas de remodulation de certains skids. La partie haute du silo 1 va par exemple être déplacée sur une autre trémie lors de la mise en route finale. Cette contrainte de standardisation a nécessité un travail d'anticipation dès la phase de conception des supports mécaniques et des plans de câblage, toujours dans une logique d'industrialisation du procédé.



Une attention importante a également été portée à la compatibilité matérielle et logicielle. L'instrumentation utilisée, principalement fournie par le fabricant IFM, devait fonctionner de manière cohérente avec les châssis d'automates National Instruments (NI 9149 et NI 9147). Des vérifications de polarité, de plage de mesure, de compatibilité de signaux et d'alimentation ont ainsi été menées durant le processus.

Enfin, les conditions de travail ont été marquées par une forte activité entre différents pôles techniques (atelier, bureau d'études, ingénierie procédé, achats, fournisseurs...), ce qui aura exigé une coordination et une certaine adaptabilité face aux évolutions du planning, aux différents retards d'approvisionnement ainsi qu'aux modifications du cahier des charges. Certains essais en charge ont d'ailleurs été suspendus ou reportés en raison d'aléas mécaniques (blocage de vis suite à surcharge de CSR, décalage de supports...), illustrant l'importance de la phase préparatoire et la nécessité de pouvoir intervenir rapidement sur l'installation.

---

<sup>5</sup> Zoom implantation des trémie (mise en route finale)

## II.A.3 - Moyens techniques et documents mobilisés

Les interventions sur le Silo 1 s'appuient sur un ensemble d'outils matériels et logiciels conçus pour répondre aux exigences du chantier en phase d'essai. Les principales opérations de test et de calibration de l'instrumentation ont été menées via les logiciels NI MAX (National Instruments) et IFM Moneo. Le premier a été utilisé pour la lecture et la visualisation des états logiques et analogiques des capteurs connectés aux cartes d'entrées/sorties du système de supervision. Permettant de statuer sur le bon fonctionnement des capteurs avant et après installation, leur bon raccordement, les réglages des supports à adopter et la validation. Le second, plus spécifique, devait permettre le paramétrage initial des capteurs ultrasons, avant d'être finalement réglés manuellement par bouton intégré.

L'ensemble des interventions a été mené en s'appuyant sur une documentation projet constamment mise à jour, incluant les PID, les plans de cheminement préalablement établis, les schémas de raccordement électrique, ainsi que les checklists normées destinées à la validation qualité. Des fiches de pré-commissioning ont été également complétées pour les variateurs de puissance, et des fiches techniques ont été créées pour l'ensemble des moteurs présents sur le skid du silo, incluant le relevé de plaque signalétique, les mesures de continuité et de résistance des enroulements, entre autres tests de bon fonctionnement.

Pour le matériel, trois types principaux de capteurs ont été déployés : des capteurs inductifs IGS250 pour la détection de rotation des vis, des capteurs ultrasons UIT504 pour la mesure de niveau dans le silo, et des capteurs optiques OID200 pour la détection de niveau sur le convoyeur de sortie. Tous ces dispositifs ont été installés sur des supports conçus sur mesure au fur et à mesure de l'étude, fixés aux structures métalliques du silo, et raccordés à la boîte de jonction dédiée à l'instrumentation. Les câbles ont été acheminés via des chemins de câbles en acier galvanisé, ou pour des raisons esthétiques, protégés dans des tubes en acier (lorsqu'un seul câble est tiré), et identifiés selon le plan de câblage en vigueur.

La présence de l'ensemble de cette infrastructure matérielle et documentaire a permis d'assurer la traçabilité, la vérification et le suivi qualité de chaque action entreprise, dans une logique de conformité réglementaire et d'anticipation des essais finaux sur site client. Une traçabilité optimale permet en plus une sorte de versionning, pour revenir à un état de marche en cas de modification infructueuses.

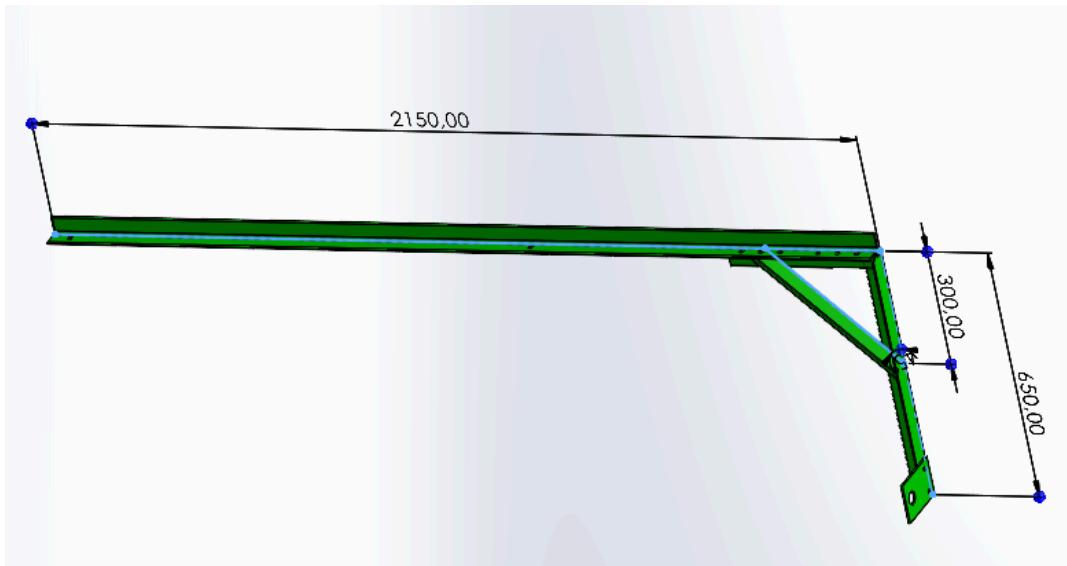
## II.B - Déroulement des missions et interventions réalisées

### II.B.1 - Phase préparatoire et conception technique

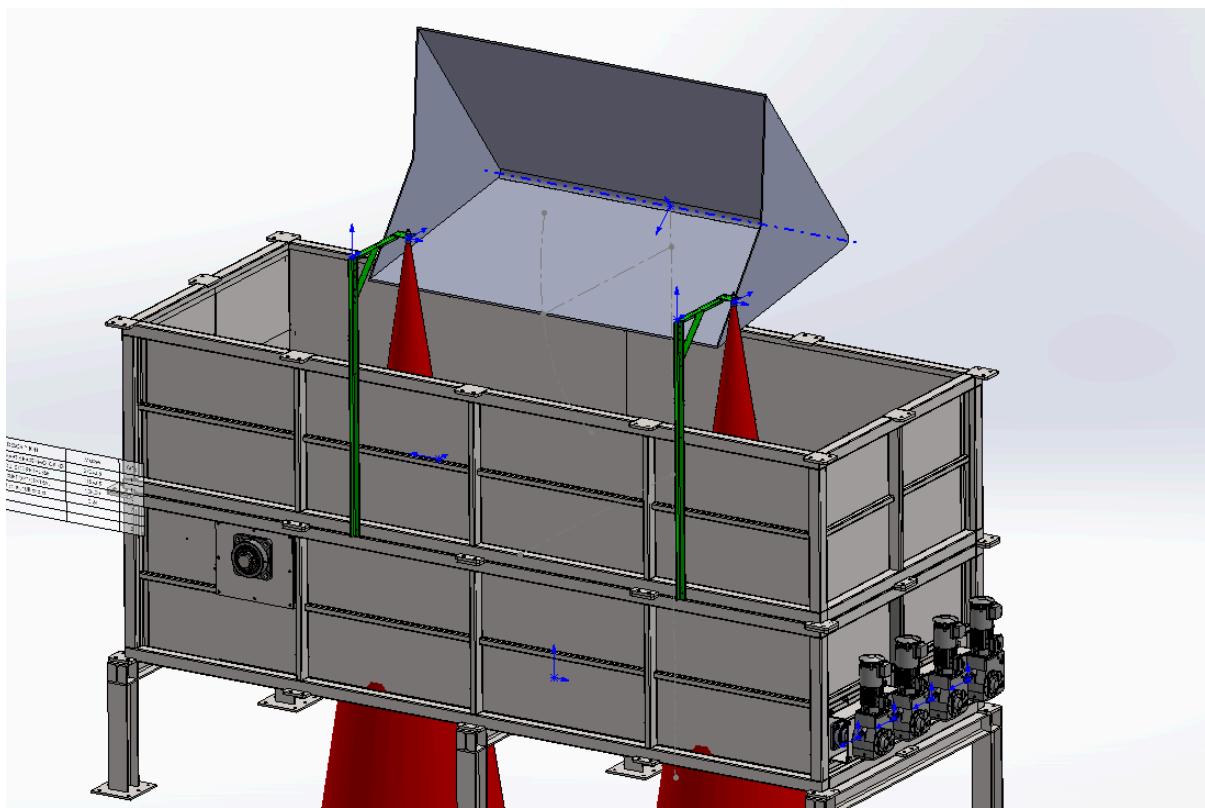
Avant toutes opérations concrètes sur le matériel ou l'installation, une phase de préparation approfondie est menée pour assurer la cohérence technique et fonctionnelle du Silo 1. Cette phase a constitué un socle nécessaire au bon déroulement, en garantissant une anticipation parfois efficace des contraintes d'intégration, de standardisation et de compatibilité avec les autres systèmes du démonstrateur.

Dans un premier temps, les cheminements de câbles ont dû être définis en repartant de zéro à plusieurs reprises. Leur tracé a été imaginé en prenant en compte à la fois les contraintes mécaniques (encombrements structurels, passage à proximité des vis, accessibilité, démontabilité...), électriques (séparation puissance et signal) et esthétiques (norme interne de présentation visuelle imposée par l'entreprise). Plusieurs tentatives ont été nécessaires pour obtenir une version validée par le président, les responsables de l'atelier et les ingénieurs procédés. Chaque tracé, chaque installation devait pouvoir être reproduit à l'identique sur les silos suivants. La pose des chemins de câble a été réalisée en collaborations avec l'équipe de l'atelier, qui à été un réel atout de par leur maîtrise de la mécanique.

En parallèle, le travail de conception a été engagé sur l'ensemble des supports destinés aux capteurs. Nécessaire à cause de la variabilité géométrique des équipements (formes de cuves, positions des vis, hauteurs disponibles...) et par les besoins d'ajustement des capteurs sur site dû à la légère imprécision, fatale au travail manuel et au besoin de simulation des connes des ultrasons par exemple. Les supports pour les capteurs de rotation, de niveau silo et de niveau convoyeur ont ainsi été conçus sur mesure, en collaboration avec l'équipe de projection, soit par schéma papier, soit via des logiciels de conception 3D comme SolidWorks.



6



7

Enfin, un travail transversal mais nécessaire de mise à jour des listes d'instrumentation et de schémas PID a été effectué. Les documents existants ont été mainte fois relus, modifiés et complétés afin de refléter les configurations réelles de l'installation au temps T. Cette documentation est essentielle pour garantir l'unicité des références et la bonne coordination entre les services techniques et

<sup>6</sup> Plan 3D supportage capteur de niveau général

<sup>7</sup> Simulation encombrement et cônes des capteurs de niveau généraux

commerciaux et permet de fournir entre autres un suivi client. Les composants nécessaires ont été commandés auprès de différents fournisseurs, et les planifications des interventions ont été ajustées selon les délais de livraison et d'approvisionnement.

## II.B.2 - Mise en place, câblage et raccordement des équipements

La phase d'installation s'est déroulée sur plusieurs semaines et a mobilisé l'ensemble des compétences électrotechniques associées à un chantier industriel. Elle a débuté par le tirage des câbles d'instrumentation, connectant les capteurs à la boîte de jonction dédiée au Silo 1. Chaque capteur a été installé sur son support, raccordé via des connecteurs industriels câblés pour cette occasion et repéré selon un plan d'identification défini en amont. Les câbles ont été guidés dans les chemins prévus et designés à cet effet, puis fixés et protégés par des tubes ou des gaines dans les zones critiques (angles, bordures ou toutes parties qui pourraient se révéler coupantes avec les frottements et vibrations).

En parallèle, la partie puissance est câblée de manière provisoire. Les cinq motoréducteurs présents sur le silo (quatre pour les vis de plancher et un pour la vis de décompactage) ont été raccordés directement aux armoires de puissance de test, en attendant leur raccordement définitif sur site. Cette opération a nécessité une coordination particulière avec les techniciens de l'atelier, afin d'assurer la conformité aux normes de câblage, l'identification des phases, et la sécurité des connexions.



8



9

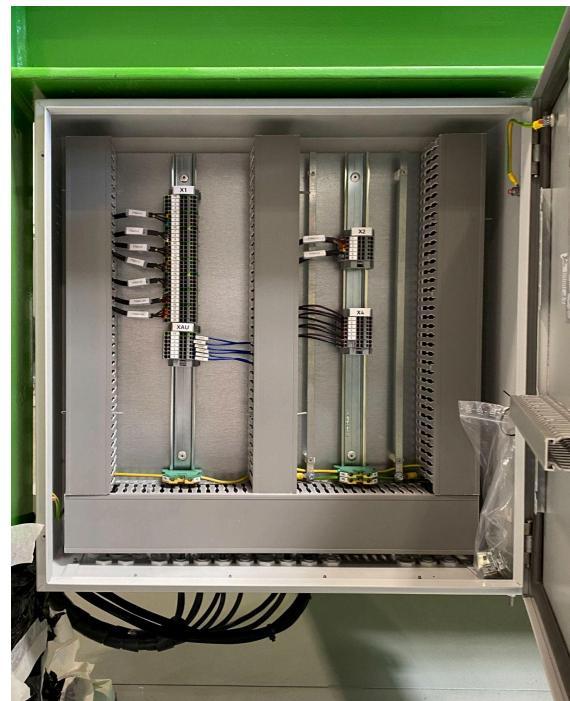
<sup>8</sup> Photographie installation capteur niveau général

<sup>9</sup> Photographie capteur niveau haut convoyeur

Enfin la dernière installation vient d'une modification tardive du cahier des charges, nécessitant l'installation de deux sélecteurs commutateurs (2 contacts NO et 2 autres NC) qui serviront de commandes pour les opérateurs (états lu par automate) et le déplacement du bouton d'arrêt d'urgence de la boîte de jonction qui ne répondait pas aux normes de sécurité (hauteur d'homme requise). Ces éléments ont été installés dans des coffrets étanches industriels et répondant aux normes ISO pour être raccordés à des nouveaux borniers et donc provoquant en aval les modifications des PID et différents schémas électriques. De même, le fonctionnement des commutateurs a été vérifié électriquement.



10



11

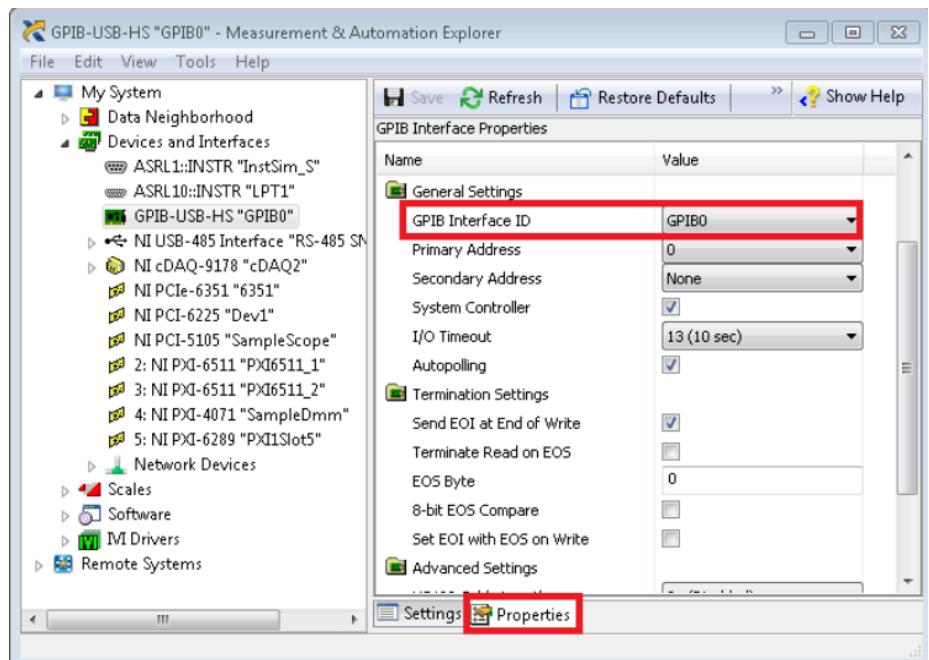
Chaque installation est suivie de contrôles systématiques : vérification du respect des plans, présence de terre provisoire (au moins deux en général), identification claire de tous les fils, et vérification de la présence des plans dans chaque boîte de jonction. Les câblages ont été effectués dans le respect des fiches de fabrication électrique et instrumentation, validées par le service qualité et autres sous-traitants.

<sup>10</sup> Photographie installation des commandes

<sup>11</sup> Photographie boîte de jonction câblée

## II.B.3 - Paramétrage, essais fonctionnels et ajustements

Les premières opérations de test ont démarré dès la fin de l'installation physique. Elles ont été réalisées sur le logiciel NI MAX, permettant la lecture des entrées et sorties des cartes automates via les châssis et lecteurs National Instruments. C'est grâce à ce logiciel que le fonctionnement logique des capteurs peut être vérifié (états haut/bas, présence de signal, réaction aux variations de position ou de niveau...) et des phases de test programmées.



12

Les capteurs ultrasons, initialement configurés via le logiciel IFM Moneo, ont ensuite été réglés manuellement par l'interface intégrée. Cette méthode a été retenue pour sa simplicité et dans le cadre d'une future exploitation sur site sans supervision informatique continue, pour ne pas avoir à acheter du matériel supplémentaire et peu utile. La plage de détection a donc été calibrée directement sur les capteurs par bouton de programmation en se servant d'un obstacle positionné manuellement.

Différents types de tests ont été menés, commençant logiquement par des contrôles hors tension (continuité fils à fils, isolement des câbles de puissance) puis sous tension (tests d'alimentation, simulation de signaux). Lors des différents essais en charge, plusieurs incidents ont pu être observés. Provoquant par exemple, le démontage des capteurs optiques de niveau du convoyeur et de rotation à la suite d'un test ayant conduit à un blocage mécanique des vis par accumulation d'un CSR mal dimensionné. L'accès à l'instrumentation ayant été rendu trop difficile par la matière, voir même dangereux pour les mécaniciens de l'atelier qui ont dû

<sup>12</sup> Screen interface logiciel NI MAX

manoeuvrer depuis l'intérieur du silo, le démontage complet était nécessaire pour les extraire eux comme le CSR, suivi d'une reprise du support et d'une reconfiguration du système de détection. Du même genre, plusieurs autres supports de capteurs ont dû être modifiés pour corriger des erreurs de côtes identifiées en phase de mise en service. Notamment des capteurs de rotations dont les supports ont par erreur été conçus sans prendre en compte la perte de longueur liée au pliage de l'acier.



13

En dépit de ces aléas, l'ensemble des boucles d'instrumentation a pu être validé partiellement à vide et calibrées. Les résultats des tests ont été documentés dans les fiches qualité prévues à cet effet.

---

<sup>13</sup> Photographie test du comportement de la matière lors de la mise en marche du réacteur

## II.B.4 - Suivi qualité, documentation technique et conformité

L'ensemble du processus de mise en œuvre a été encadré par un dispositif qualité structuré. Des checklists sont remplies à chaque étape clé du chantier : fabrication électrique, fabrication instrumentation, PMER et MER. Ces documents, utilisés en parallèle des schémas PID et des fiches de test, permettent de garantir la traçabilité complète des opérations.

Dans l'ordre :

fabrication électrique → fabrication instrumentation → PMER → punch list → MER

Comme expliqué précédemment un gros travail de pré-commissioning a été réalisé à tous les étages et des fiches spécifiques ont été renseignées pour les cinq moteurs du silo, incluant le relevé des plaques signalétiques, la mesure de résistance des enroulements, la vérification du câblage et la validation des connexions. En complément, d'autres fiches de pré-commissioning ont été préparées pour les variateurs de fréquence présents sur site, en anticipant leur raccordement après les tests menés chez le sous-traitant par l'équipe process.

La punch list du projet a été modifiée au fil des avancées. Elle permet d'identifier et de planifier les actions correctives ou inachevées : remplacement de motoréducteurs, pose des câbles définitifs, fixation des câbles dans les chemins, installation des supports incendie, et finalisation des réglages capteurs... L'état d'avancement de chaque point est suivi régulièrement.

## II.B.5 - Interface projet, coordination et gestion logistique

Au-delà des aspects strictement techniques et comme inséré précédemment, les interventions ont nécessité un travail étendu de coordination entre les différents pôles. Un rôle de relais a été tenu entre l'atelier, les projeteurs, le bureau d'études, les fournisseurs et le conducteur de travaux présent sur site.

De nombreuses commandes ont été passées pour assurer la disponibilité des composants nécessaires à l'installation : chemins de câbles, connecteurs, tubes, supports, instrumentation complémentaire. Ces achats ont été réalisés via la plateforme d'approvisionnement interne (Miweo), en lien avec le service commercial.

La communication avec les différents intervenants doit être assurée tout au long du projet. Des ajustements de planning, des réunions d'alignement et des échanges techniques ont été conduits pour assurer une cohérence entre les objectifs du chantier, les contraintes techniques, et les impératifs de livraison.

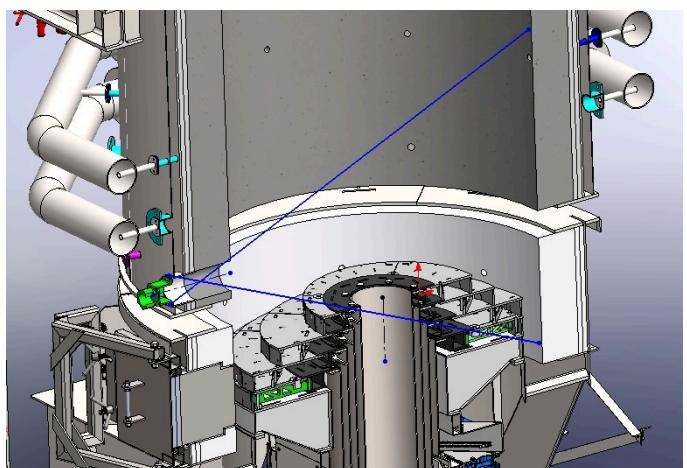
## II.B.6 - Conclusion de la phase opérationnelle

La mission réalisée dans le cadre de l'équipement du Silo 1 a permis d'aborder, de manière complète et cohérente, l'ensemble des étapes nécessaires à une mise en service industrielle : conception → installation → essais → documentation → logistique et coordination. Les difficultés rencontrées tant sur le plan technique que méthodologique, ont contribué à renforcer le fonctionnement de l'installation, tout en apportant des ajustements qui seront directement réutilisés pour les silos suivants, évitant certaines pertes de temps.

L'unité peut être considérée comme un prototype quasi valide, prêt à être envoyé, car certaines opérations restent à finaliser sur site (câblage partie puissance,). Le travail accompli a également permis de produire une documentation exploitable pour la suite du projet (schémas, méthodes...) dans une logique de capitalisation, d'internalisation du savoir et de normalisation des futurs équipements.

## II.B.7 - Suite des opérations

En parallèle et après les missions menées sur le silo 1, d'autres tâches ont vu le jour. Ainsi, l'étude de l'instrumentation et du câblage du skid réacteur commence à être menée de la même manière. Par ailleurs, toujours dans une optique de varier les missions tout en internalisant les compétences, deux projets ont été ouverts avec un alternant ingénieur Big Data : une étude sur l'installation et l'utilisation d'une caméra afin de visualiser les flammes du réacteur via un oeillet et la reprise de certaines vidéos servant de support commercial, mais souffrant du manque de certains éléments.



<sup>14</sup> Implantation 3D oeillet réacteur

## III - Bilan de l'activité

### III.A - Apports scolaires

#### III.A.1 - État initial et évolution du projet

Au début de la période de stage, le silo 1 du démonstrateur ORC 1 MW n'était qu'à un stade d'assemblage mécanique. Aucun élément électrique n'était encore installé (hormis les anciens motoréducteurs) : aucun câbles n'étaient tirés, les capteurs absents, et la boîte de jonction ni montée ni câblée. La documentation technique initiale (PID, schémas...) était aussi incomplète, et ne reflétait pas encore ni la réalité, ni les besoins terrain.

Pendant le stage, l'ensemble des installations électriques et d'instrumentation du silo a été conçu, réalisé, testé et documenté. Ce qui inclut le tirage des câbles, la pose et le raccordement des capteurs, la configuration logicielle des capteurs intelligents/programmables, et la mise en place des jonctions avec les futurs installations d'automates. Des essais ont permis de valider les boucles de mesure à vide pour confirmer la fonctionnalité du système. En parallèle, des documents normalisés ont été produits (checklists, fiches de tests, relevés de mesures, punch list des travaux...), pour assurer la traçabilité des opérations réalisées.

Le silo 1 est désormais considéré comme prêt à être expédié. L'évolution constatée entre le début et la fin de la mission est significative, et démontre une plus-value directe sur l'avancement du projet.

#### III.A.2 - Compétences techniques mobilisées

Les tâches effectuées ont permis de mettre en œuvre des compétences attendues dans le cadre du BUT GEII ainsi que dans le parcours Automatisme et Informatique Industrielle.

Concevoir la partie GEII d'un système : les choix techniques ont été faits dans une logique d'industrialisation, en intégrant les contraintes mécaniques, réglementaires et esthétiques. La conception des supports capteurs, des chemins de câbles et la production de schémas de raccordement illustrent cette compétence.

Vérifier la partie GEII d'un système : plusieurs protocoles de test ont été mis en œuvre, intégrant des essais sous tension, hors tension et en simulation de signal. Ce qui a permis de détecter les écarts et de les corriger (supports modifiés, capteurs reconfigurés), pour assurer la conformité du prototype.

Intégrer un système : les capteurs ont été raccordés à l'architecture de supervision National Instruments (pour test). Les signaux ont été vérifiés, calibrés et

interprétés, assurant l'intégration fonctionnelle du système de contrôle. De plus, des protocoles de test sur les logiciels ont été programmés pour pouvoir être réutilisés directement.

Cette expérience a également permis de renforcer et/ou d'ajouter la maîtrise de logiciels comme NI MAX, IFM Moneo, et les outils de CAO pour le câblage. L'application des connaissances liées à l'automatisme, l'énergie, l'informatique et l'expérience acquise au travers des SAé pour ce stage, a constamment été en lien avec les objectifs pédagogiques du GEII.

## III.B - Apports professionnels

### III.B.1 - Prolongements

À l'issue de ce stage, les missions attribuées et commencées se prolongent durant l'été en CDD, avec la continuité des responsabilités. Il est toujours prévu d'aborder l'étude de l'instrumentation du skid réacteur, la mise en place d'un système de visualisation des flammes par caméra, et la modification de supports commerciaux audiovisuels.

D'autre part, la participation à la mise en service sur site client débutera. Ce qui permettra d'appliquer les compétences acquises en contexte plus réel, notamment dans les essais en charge et le suivi des premiers cycles de fonctionnement de l'installation. Ces prolongements s'inscrivent donc dans la logique d'industrialisation et de validation à grande échelle du démonstrateur, pour répondre au rôle d'électrotechnicien, support et assistance, essais et mise en route.

Suite à cela, les tâches évolueront pour se lier à une partie informatique qui s'accordera à une alternance en cycle ingénieur Système Numérique.

### III.B.2 - Apports en contexte professionnel

L'environnement startup/PME permet de travailler dans un cadre dynamique, où l'autonomie et la polyvalence sont valorisées pour accomplir des tâches qui donnent un véritable sentiment de progression du projet dans sa généralité. La mission a été menée avec une autonomie progressive, et des échanges fréquents ont été nécessaires avec les référents procédés, électricité et gestion de projet. Ce type de structure permet une implication transversale dans les processus décisionnels.

Le contexte imposant du démonstrateur industriel (surtout ayant pour but de valider un contrat cadre) a également renforcé le sens des responsabilités et de

rigueur, les installations réalisées ayant vocation à être reproduites à plus grande échelle.

### III.B.3 - Mise en perspective

Cette expérience professionnelle a permis une montée en compétence, tout en étant en lien direct avec les objectifs de fin du BUT GEII. Les tâches réalisées couvrent l'ensemble de la chaîne technique, de la conception à la mise en service. Elles ont également favorisé le développement de compétences transversales qui demandent de l'implication : organisation du travail, gestion documentaire, communication inter-équipes.

Si il y a un bilan à faire, il est positif tant du point de vue technique que de l'intégration en environnement professionnel. Ce stage a permis de faire le lien entre formation et pratique, ouvrant la voie à de futures responsabilités.

## Conclusion

Ce stage de 14 semaines chez Mini Green Power m'a permis de me plonger au sein d'un projet industriel de mise en œuvre du démonstrateur ORC 1 MW.

Mon rôle d'électrotechnicien m'a fait intervenir sur l'ensemble de la phase d'équipement du Silo 1. De la préparation à la mise en service, en passant par le câblage, l'installation des capteurs, les essais fonctionnels et la rédaction / modification de la documentation technique.

Le cahier des charges comprenait la conception, la documentation et la validation d'une solution complète et reproductible, de manière modulaire. La mission principale a été menée à son terme, en intégrant les contraintes techniques, esthétiques et de standardisation. La trémie est aujourd'hui considérable comme prête à être expédiée sur le site, alors qu'elle était vide de tout équipement électrique et de suivi qualité à mon arrivée en stage fin mars. Le travail effectué a également permis de relever certaines erreurs de conception initiales, d'apporter des ajustements, et de générer une base de documentation utile pour la suite du projet. La problématique posée en introduction a, à mon sens, trouvé une réponse positive.

Ce cadre m'a permis de renforcer mes compétences techniques d'instrumentation, supervision, essais et documentation, tout en m'initiant aux réalités de l'environnement industriel, souvent contraignant, et en constante évolution. L'autonomie accordée, la collaboration avec les différents pôles, et les ajustements à effectuer face aux imprévus ont aidé à développer des compétences d'organisation et de communication. J'ai également été confronté à l'importance du travail interdisciplinaire au sein d'une société à petit effectif.

Enfin, cette immersion a conforté mon projet professionnel, centré sur les systèmes industriels intelligents. Souhaitant poursuivre dans cette voie en me spécialisant dans les métiers de la mise en service et du support technique, liés à la transition énergétique.

## Résumé

Ce rapport fait état d'un stage réalisé au sein de l'entreprise Mini Green Power, située à Hyères et spécialisée dans la conception de petites centrales de valorisation énergétique. Ce stage a duré 14 semaines et s'inscrit dans le cadre du BUT Génie Électrique et Informatique Industrielle, parcours Automatisme et Informatique Industrielle.

La mission principale consistait à intervenir en tant qu'électrotechnicien essais et mise en route sur le démonstrateur ORC 1 MW thermique, le gros projet actuel de l'entreprise. L'objectif était de mettre en service le Silo 1, de l'équipement complet en instrumentation jusqu'aux premiers essais fonctionnels, en passant par le câblage, le paramétrage et la documentation technique.

Les travaux menés s' inscrivent dans une logique de standardisation d'équipements, avec comme contrainte de produire une solution duplicable en restant conforme aux exigences de modularité. Ils ont permis de valider un prototype prêt à être expédié sur site, tout en démontrant des améliorations nécessaires au dimensionnement initial.

Ce stage a été l'occasion d'appliquer les compétences du GEII, notamment en électrotechnique, automatisme et gestion de projet. Il a également été l'occasion de découvrir l'organisation et les exigences du travail en startup, ainsi que les contraintes liées à l'industrialisation de solutions énergétiques.

## Abstract

This report describes an internship at Mini Green Power, a Hyères based company specializing in the design of small waste-to-energy plants. The internship lasted 14 weeks and was part of the Electrical Engineering and Industrial Computing degree, Automatism and Industrial Computing course.

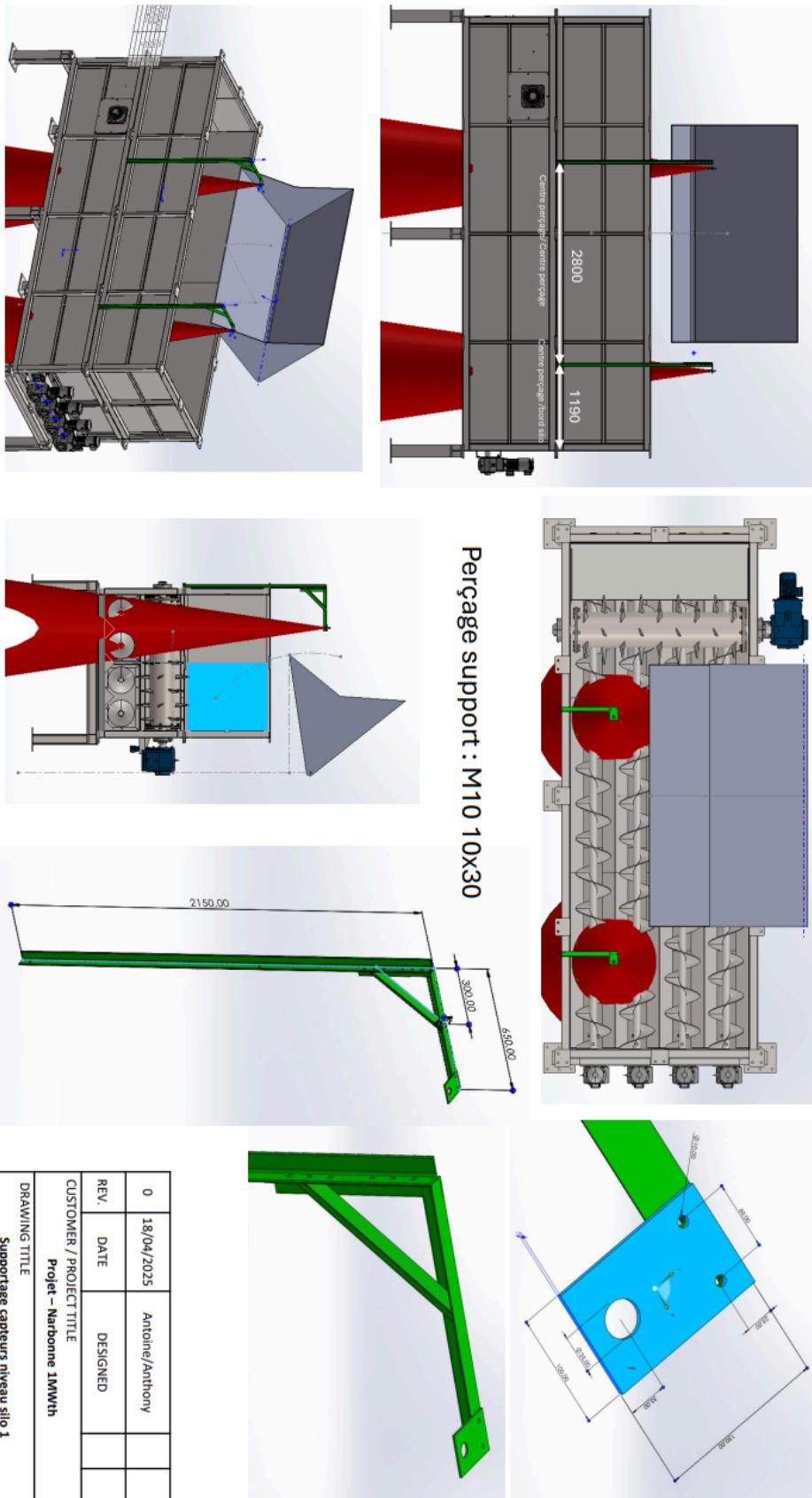
The main assignment was to work as a test and start-up electrician on the ORC 1 MW thermal demonstrator, the company's current major project. The aim was to commission Silo 1, from complete instrumentation to initial functional tests, including wiring, parameterization and technical documentation.

The work carried out is in line with a logic of equipment standardization, with the constraint of producing a solution that can be duplicated and complies with modularity requirements. It enabled us to validate a prototype ready to be shipped to site, while demonstrating the improvements needed to the initial design.

This internship provided an opportunity to apply GEII skills, particularly in electrical engineering, automation and project management. It was also an opportunity to discover the organization and requirements of working in a startup, as well as the constraints linked to the industrialization of energy solutions.

# Annexes

## 1 - Simulation supports

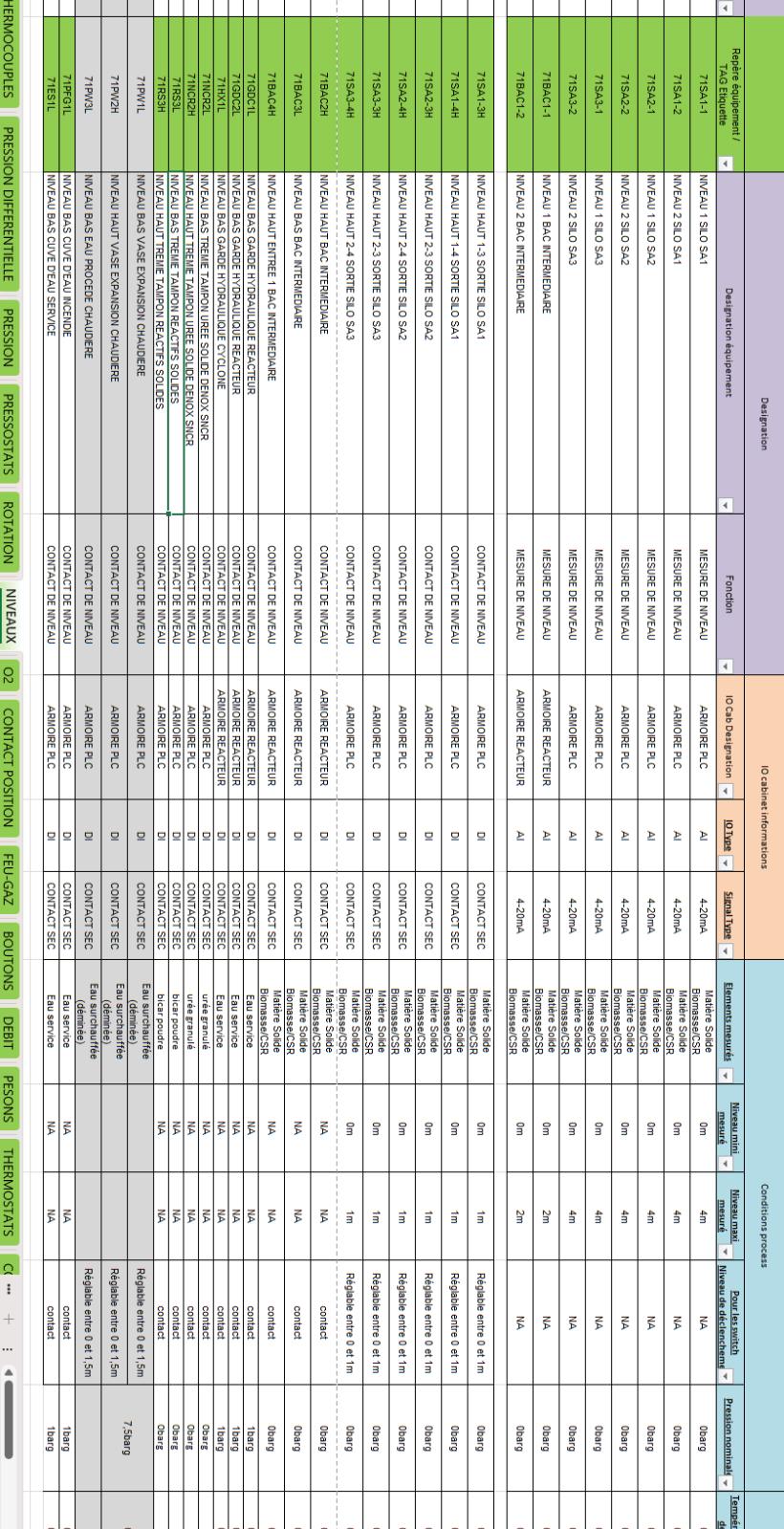


## 2 - Extrait liste instrum

Sources		Designation		IO cabinet informations		Conditions process									
Réf.	Commentaires	Reprise équipement / TAC/Étiquette	Designation équipement	Fonction	IO cab Designation	IO type	Element mesure	Niveau min.	Niveau max.	Pour les switch	Pression nominale	Temps de			
0	PID	S41	7ISA1-1	NIVEAU 1 SILO S41	MESURE DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	AI	4-20mA	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	4m	0bar	0°C	
0	PID	S41	7ISA1-2	NIVEAU 2 SILO S41	MESURE DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	AI	4-20mA	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	4m	0bar	0°C	
0	PID	S42	7ISA2-1	NIVEAU 1 SILO S42	MESURE DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	AI	4-20mA	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	4m	0bar	0°C	
0	PID	S42	7ISA2-2	NIVEAU 2 SILO S42	MESURE DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	AI	4-20mA	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	4m	0bar	0°C	
0	PID	S43	7ISA3-1	NIVEAU 1 SILO S43	MESURE DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	AI	4-20mA	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	4m	0bar	0°C	
0	PID	S43	7ISA3-2	NIVEAU 2 SILO S43	MESURE DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	AI	4-20mA	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	4m	0bar	0°C	
0	PID	S43	7IBACT1-1	NIVEAU 1 BAC INTERMEDIAIRE	MESURE DE NIVEAU	ARMOIRE REACTEUR	AI	4-20mA	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	2m	0bar	0°C	
0	PID	BAC	7IBACT1-2	NIVEAU 2 BAC INTERMEDIAIRE	MESURE DE NIVEAU	ARMOIRE REACTEUR	AI	4-20mA	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	2m	0bar	0°C	
0	PID	S41	7ISa1-3H	NIVEAU HAUT 1-3 SORTIE SILO S41	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	1m	Relâche entre 0 et 1m	0bar	0°C
0	PID	S41	7ISa1-4H	NIVEAU HAUT 1-4 SORTIE SILO S41	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	1m	Relâche entre 0 et 1m	0bar	0°C
0	PID	S42	7ISa2-3H	NIVEAU HAUT 2-3 SORTIE SILO S42	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	1m	Relâche entre 0 et 1m	0bar	0°C
0	PID	S42	7ISa2-4H	NIVEAU HAUT 2-4 SORTIE SILO S42	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	1m	Relâche entre 0 et 1m	0bar	0°C
0	PID	S43	7ISa3-3H	NIVEAU HAUT 2-3 SORTIE SILO S43	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	1m	Relâche entre 0 et 1m	0bar	0°C
0	PID	S43	7ISa3-4H	NIVEAU HAUT 2-4 SORTIE SILO S43	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Matér. Solide	BiomasseCSR	0m	1m	Relâche entre 0 et 1m	0bar	0°C
0	PID	BAC	7IBAC1	NIVEAU HAUT BAC INTERMEDIAIRE	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE REACTEUR	DI	CONTACT SEC	Matér. Solide	BiomasseCSR	NA	NA	contact	0bar	0°C
0	PID	BAC	7IBAC2L	NIVEAU BAS BAC INTERMEDIAIRE	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE REACTEUR	DI	CONTACT SEC	Matér. Solide	BiomasseCSR	NA	NA	contact	0bar	0°C
0	PID	BAC	7IBAC2H	NIVEAU BAS BAC INTERMEDIAIRE	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE REACTEUR	DI	CONTACT SEC	Matér. Solide	BiomasseCSR	NA	NA	contact	0bar	0°C
0	PID	GDC	7IGC1L	NIVEAU HAUT BTRRE 1 BAC INTERMEDIAIRE	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE REACTEUR	DI	CONTACT SEC	Matér. Solide	BiomasseCSR	NA	NA	contact	0bar	0°C
0	PID	GDC	7IGC1L	NIVEAU BAS BTRRE 1 BAC INTERMEDIAIRE	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE REACTEUR	DI	CONTACT SEC	Matér. Solide	BiomasseCSR	NA	NA	contact	0bar	0°C
0	PID	HX	7IKHL	NIVEAU BAS GRD HYDRAULIQUE CYCLONE	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE REACTEUR	DI	CONTACT SEC	Matér. Solide	BiomasseCSR	NA	NA	contact	0bar	0°C
0	PID	NCR	7INERZL	NIVEAU BAS TRELLE TAUPON URÉE SOLIDE DENOX SNCR	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Ust/gaujé	NA	NA	NA	contact	0bar	0°C
0	PID	NCR	7INERZL	NIVEAU BAS TRELLE TAUPON URÉE SOLIDE DENOX SNCR	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Ust/gaujé	NA	NA	NA	contact	0bar	0°C
0	PID	RS	7IRESH	NIVEAU BAS TRELLE TAUPON REACTIF SOLDES	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Ust/gaujé	NA	NA	NA	contact	0bar	0°C
0	PID	PWV	7IPW1L	NIVEAU BAS VASE EXPANSION CHAUDERE	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Eau surchauffée (démie)	NA	NA	NA	contact	0bar	0°C
0	PID	PWV	7IPW2H	NIVEAU HAUT VASE EXPANSION CHAUDERE	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Eau surchauffée (démie)	NA	NA	NA	contact	0bar	0°C
0	PID	PWV	7IPWL	NIVEAU BAS/EAU PROCEDE CHAUDERE	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Eau surchauffée (démie)	NA	NA	NA	contact	0bar	0°C
0	PID	FRG	7IPGL	NIVEAU BAS/CUVE D'EAU SERVICE	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Eau service	NA	NA	NA	contact	1bar	0°C
0	PID	ES	7IESL	NIVEAU BAS/CUVE D'EAU SERVICE	CONTACT DE NIVEAU	ARMOIRE PLC	DI	CONTACT SEC	Eau service	NA	NA	NA	contact	1bar	0°C

&lt; &gt;

Page de garde



### 3 - Étude avant test de capteur radar

## Vegapuls C11

### étude récap pour positionnement sur bac inter

calcul faisceau : 238 mm de diamètre à 1m70 de haut (bac inter)

Durée du cycle de mesure	à l'écho
Temps de réponse impulsionnelle <sup>10)</sup>	≤ 3 s
Angle d'émission <sup>11)</sup>	8°

$$\begin{aligned} \text{faisceau} &= 2 \times h \times \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) \\ &= 2 \times 1,7 \times \tan\left(\frac{8}{2}\right) \\ &\approx 0,238 \text{ m} \leftrightarrow 238 \text{ mm} \end{aligned}$$

Positionnement :

#### Position de montage

Installez l'appareil à une distance d'au moins 200 mm (7.874 in) de la paroi de la cuve. En cas de montage centré de l'appareil dans une cuve torosphérique ou à toit bombé, il pourra se créer des échos multiples. Ceux-ci peuvent cependant être éliminés par un réglage adéquat (voir au chapitre "Mise en service").

Si vous ne pouvez pas respecter cet écart, il vous faudra procéder à un masquage des signaux parasites lors de la mise en service. Ceci est valable en particulier en cas de risque de colmatages sur les parois de la cuve. Dans ce cas, il est recommandé de recommencer

le masquage des échos parasites lorsque les colmatages se seront formés sur la paroi.

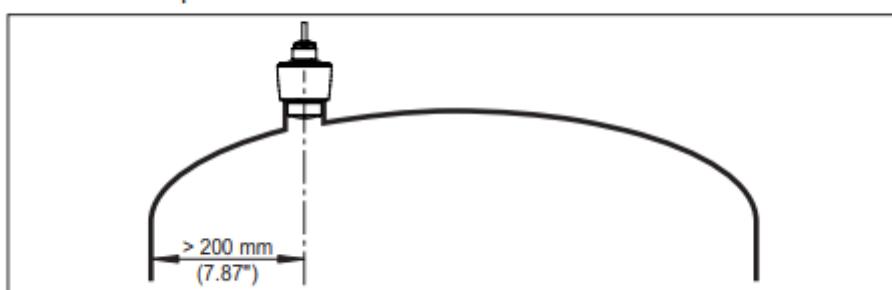
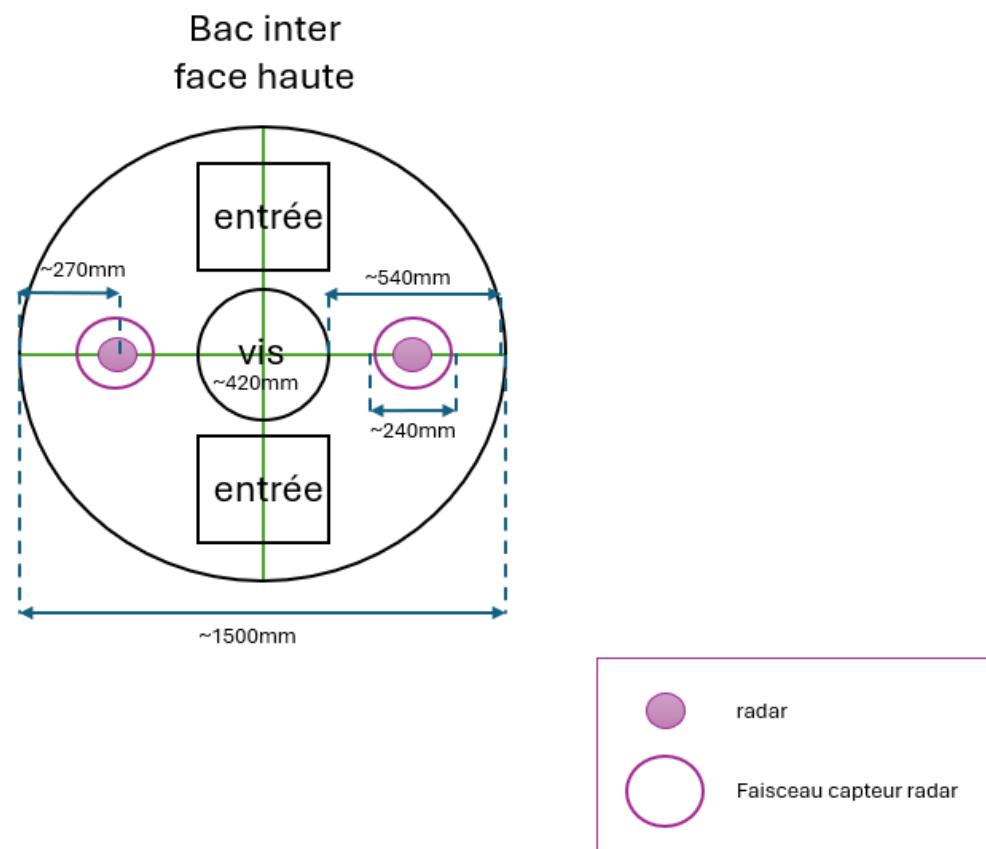


Fig. 5: Montage du capteur radar dans une cuve à toit bombé

Possibilité donc de faire un masquage logiciel au besoin.

Le centre du capteur doit être à au moins 200mm des parois pour éviter les interférences.

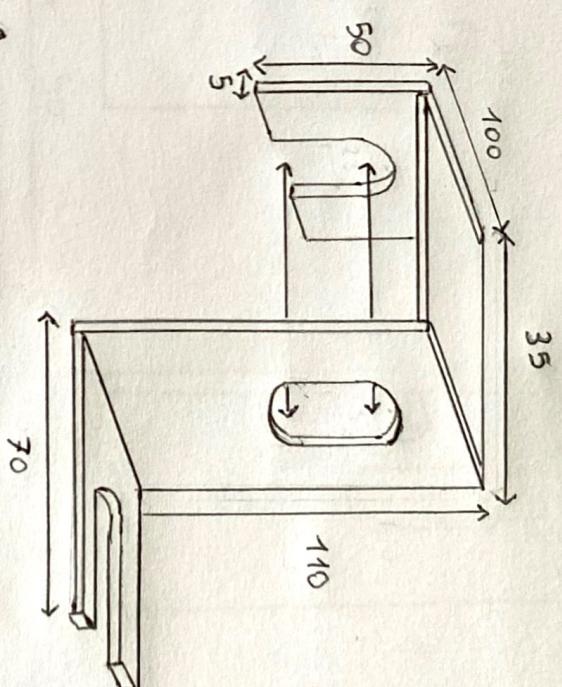
Positionnement possible :



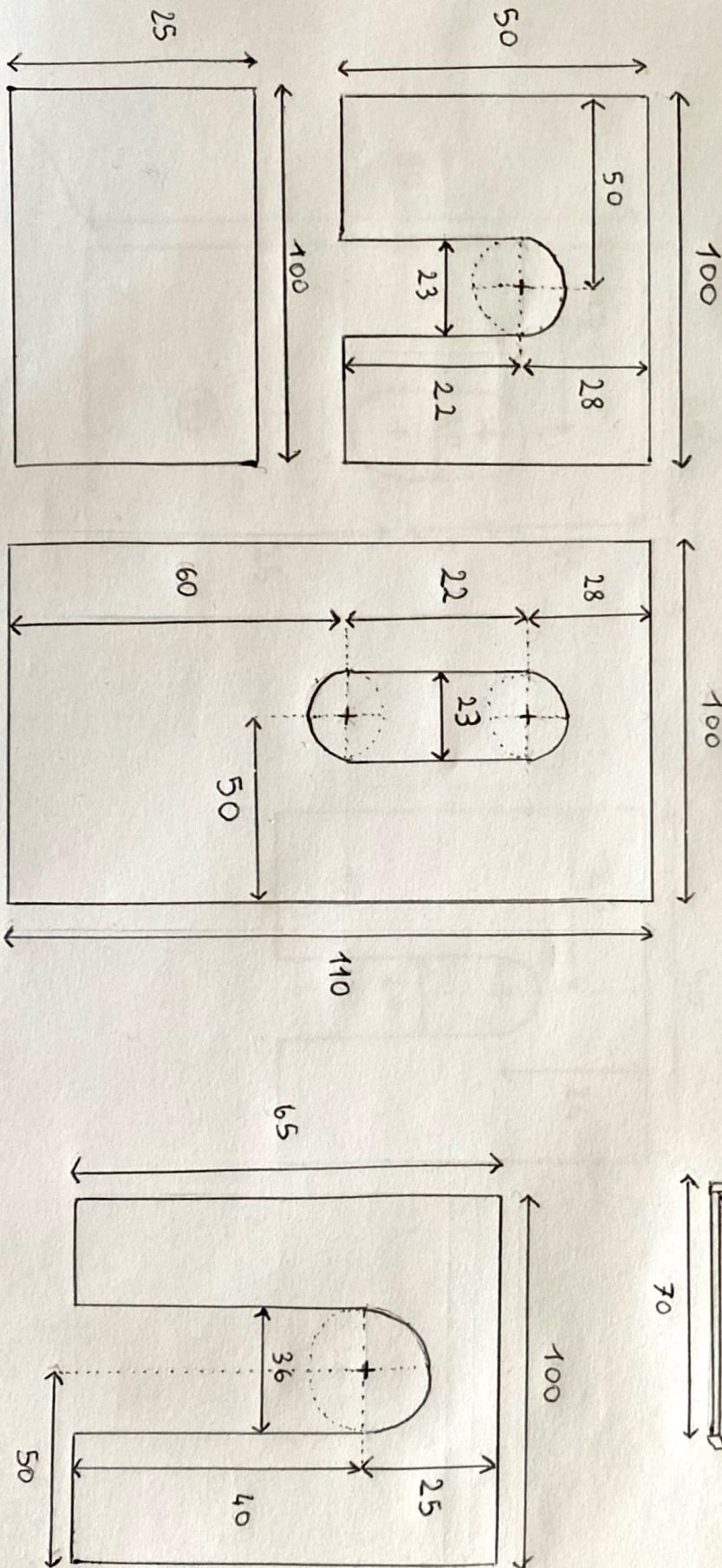
Maintien avec contre écrou – perçage bac inter 34mm

# Support capteur

## rotation - Décompacteur

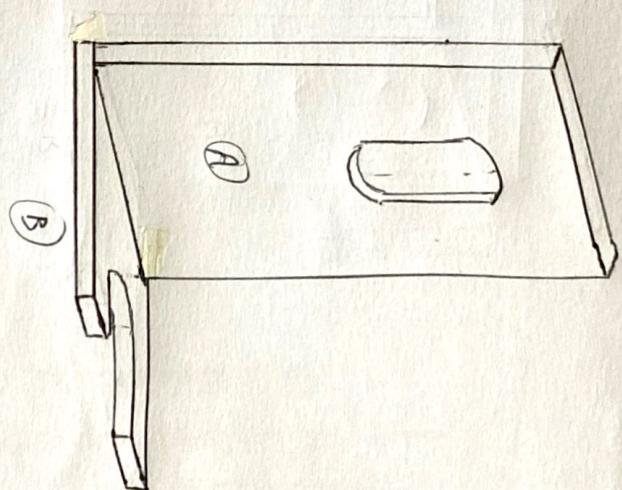
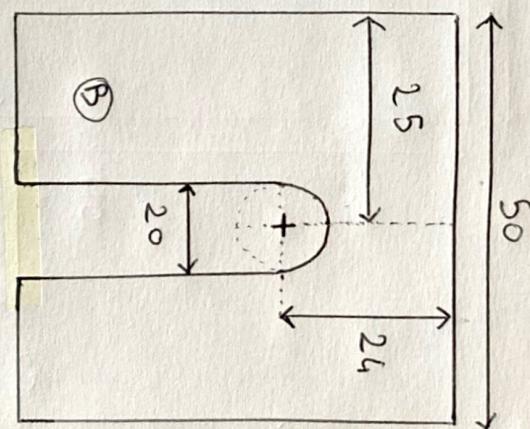
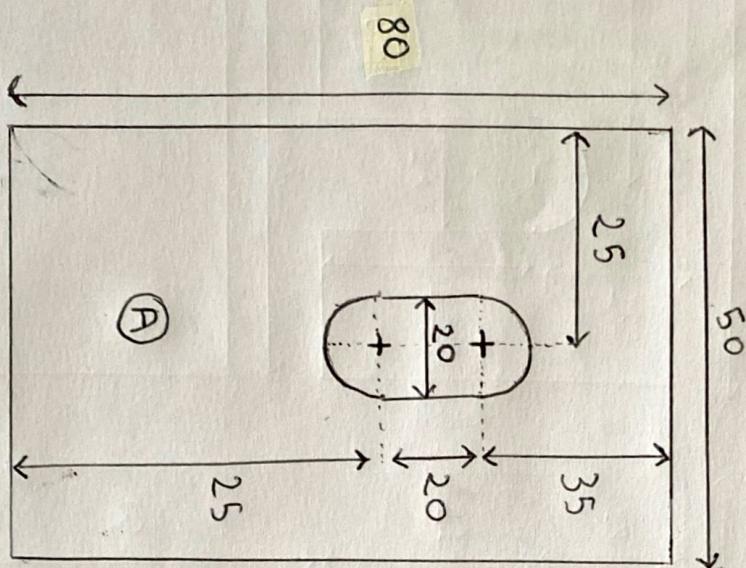


4 - Plans supportage capteurs rotation



# Support Capteur rotation

vis - plancher



5 - Exemple fiche précommissioning  
Confidential – Do not copy or distribute

PROJET PRC24-001 – SUEZ 1MWth					
FICHE COMMISSIONING VARIATEUR					
Rev.	Date	Description	Written	Checked	Appd
0					

Description	Ventilateur principal brûleur
TAG Moteur	88GAZ2

PROTOCOLE DE COMMUNICATION		
Protocole de communication	Paramètre P899	PROFINET IO
Adresse IP	Paramètre P850	[REDACTED]
Masque de sous réseau	Paramètre P851	[REDACTED]
Autorisation modif. réseau	Paramètre 853	[1] = 11 [2] = 1
Nom du variateur	Paramètre P854	Vfd33

PARAMETRES BASIQUES		
Temps d'accélération	Paramètre P102	70s
Temps de décélération	Paramètre P103	40s
Fréquence minimum	Paramètre P104	0Hz
Fréquence maximum	Paramètre P105	50Hz
Arrondissement de rampe	Paramètre P106	15%
Limite de l de couple	Paramètre P112	401% (OFF)

DONNEES MOTEUR		
Fréquence nominale	Paramètre P201	50Hz
Vitesse nominale	Paramètre P202	2920 rpm
Intensité nominale	Paramètre P203	10.1
Tension nominale	Paramètre P204	400V
Puissance nominale	Paramètre P205	5.5kW
Cos Phi	Paramètre P206	0.88
Couplage Δ/Y	Paramètre P207	triangle
Résistance stator	Paramètre P208	Rempli automatiquement avec l'activation du paramètre P220 à 1
Boos dynamique	Paramètre P211	0%

Confidential – Do not copy or distribute

Comp. De glissement	Paramètre P212	0%
Amortissement oscillation	Paramètre P217	300%
Ident. paramètre	Paramètre P220	1 (lorsque le moteur est connecté et froid pour l'identification de la résistance du stator)

PARAMETRES DE REGULATION		
Entrée digitale 4	Paramètre P420	NA
Entrée Fonction PTC	Paramètre P425	Marche (1)  mettre à 0 quand le moteur n'est pas branché
Démarrer automatique	Paramètre P428	Marche (1)  Attention, toujours à 0 si P506 = 6
Fréquence fixe	Paramètre P429	NA
Bit Fonct BusES Sort	Paramètre P481	Annexe 11 : Fault  Annexe 12 : NA  mettre à 0 quand le moteur n'est pas branché

PARAMETRES SUPPLEMENTAIRES		
Acquittement automatique	Paramètre P506	3 fois (3)
Timeout	Paramètre P507	-0.1s
Mot commande source	Paramètre P509	Ethernet (8)
Source main setpoint	Paramètre P510	Ethernet (8)
Offset reprise vol	Paramètre P520	Direction consigne (2)
Résistance de freinage	Paramètre P556	NA
Type Resistance freinage	Paramètre P557	NA

Date	Validé par

## 6 - Fiches qualités

Date MAJ	#REF!	<b>Checklist</b> <b>Fabrication électrique</b>	
Revision	#REF!		
Version	#REF!		
Date de création	#REF!		

Eléments à vérifier	O/N	Bloquant (O/N)	Punchlist	Produite par
Dans le cas du test usine, tous les câbles électriques provisoires sont raccordés conformément				
Tous les câbles électriques sont fabriqués conformément aux plans				
Tous les câbles sont étiquetés				
Tous les câbles d'instrumentation sont tirés				
Les câbles de puissance entre BJ et moteurs sont installés et raccordés				
Un plan est présent dans chaque boîtes de jonction				
La terre provisoire est présente sur la skid				
Relevé de la plaque du moteur 1				
Vérification du cablage moteur 1				
Plan du cablage moteur 1				
Résistance des 3 enroulements du moteur 1:				
Relevé de la plaque du moteur 2				
Vérification du cablage moteur 2				
Plan du cablage moteur 2				
Résistance des 3 enroulements du moteur 2:				
Relevé de la plaque du moteur 3				
Vérification du cablage moteur 3				
Plan du cablage moteur 3				
Résistance des 3 enroulements du moteur 3				
Relevé de la plaque du moteur 4				
Vérification du cablage moteur 4				
Plan du cablage moteur 4				
Résistance des 3 enroulements du moteur 4				
Relevé de la plaque du moteur du décompacteur				
Vérification du cablage moteur du décompacteur				
Plan du cablage moteur du décompacteur				
Résistance des 3 enroulements du moteur du décompacteur				

MGP Fabrication	Date	Nom / Prénom	Signature

MGP MER	Date	Nom / Prénom	Signature

Date MAJ	#REF!	<b>Checklist Fabrication instrumentation</b>	 <b>Mini Green Power</b> L'autonomie énergétique bas carbone
Revision	#REF!		
Version	#REF!		
Date de création	#REF!		

Eléments à vérifier			
	O/N	Bloquant (O/N)	Punchlist
Fabrication de coffrets pour l'instrumentation			
Modification éventuelle des équipements mécaniques pour instrumentation			
Tous les câbles d'instrumentation sont raccordés			
Tous les instruments sont marqués et tagués conformément au PID			

Date	Nom / Prénom	Signature

Date MAJ	#REF!	<b>Checklist MER</b>	 <b>Mini Green Power</b> L'autonomie énergétique bas carbone
Revision	#REF!		
Version	#REF!		
Date de création	#REF!		

Eléments à vérifier	O/N	Bloquant (O/N)	Punchlist	Produit par
Vérification que tous les tests de la PMER ont été réalisés et qu'il n'y a pas de réserve bloquante				
Repérage des éléments de puissance qui vont être testés : ventilateurs, motéoréducteurs, vannes motorisées). Les pompes ne doivent pas être testées				
Réglage du calibre des disjoncteurs dans l'armoire de chantier en fonction du consommateur				
A partir de l'armoire de puissance de test, alimentation les uns après les autres de chaque consommateurs de puissance et tests selon les règles de l'art. Lorsqu'un variateur alimente plusieurs moteurs en parallèles, tous les moteurs alimentés doivent avoir la même puissance				
Test des entrées/sorties à chaud : à partir de l'utilitaire de test d'entrée/sortie connecté à un ordinateur, faire le test des boucles à chaud sur chaque instrumentation et documenter ces tests.				
Eteindre et déconnecter les alimentations électriques				

Date	Nom / Prénom	Signature

Date MAJ	#REF!	<b>Checklist PMER</b>	
Revision	#REF!		
Version	#REF!		
Date de création	#REF!		

Vérificateur : Ingénieur de mise en service (équipe MER)				
Eléments à vérifier	O/N	Bloquant (O/N)	Punchlist	Produite par
Les PID à jour qui concernent le skid sont disponible sous forme papier pour la vérification	N° document :			
Les schémas de raccordement électrique à jour sont disponible pour la vérification	N° document :			
Chaque élément du PID est correctement installé et tagué (étiquettes définitives)				
Toute la boulonnnerie a été serré et les écrous sont stoppés avec des freins d'écrou				
Tous les tests de charges ont été effectués				
Chaque assemblage par bride comporte un joint (non serré pour les assemblage qui doivent être démontés pour le transport)				
Tous les éléments sont peints et la peinture n'est endommagée à aucun endroit				
Tous les tests de pression ont été fait selon la réglementation DESP (tuyauterie air, eau process, eau de service, incendie, ...)				
Tous les accouplements sont montés, alignés et fixés. PV d'alignement disponible				
La liste des points à graisser est faite et le graissage a été réalisé				
Nettoyage et contrôle du nettoyage des circuits a été fait et documenté				
Vérification que tous les motoréducteurs ont été rempli en huile, conformément aux instructions fournisseurs et que cela a été documenté				
Vérification que tous les instruments présents sur le PID sont installés, fixés, raccordés et mis à la terre				
Vérification que chaque instrument dispose d'une fiche de calibration valide et que cette liste soit disponible				
Vérification que toutes les soupapes sont présentes et correctement réglées, le cas échéant, vérification que la calibration usine a été faite et documentée. La pression de réglage de chaque soupape doit être inscrite sur la soupape				
Vérification que les purgeurs sont bien installés et sont au point haut				
Vérification que des drains de vidange sont installés sur tous les circuits d'eau				
Vérification que les boutons d'arrêt d'urgence (si applicable) sont correctement installés, accessibles et étiquetés				
Vérification que des prises de terre sont disponibles sur le skid (au moins deux)				
Vérification qu'une terre temporaire est connectée au skid avant les essais électriques				
Vérification que chaque moteur et gros équipements mécaniques est reliée au skid par une prise de terre				

Date MAJ	#REF!	<b>Checklist PMER</b>	
Revision	#REF!		
Version	#REF!		
Date de création	#REF!		

Vérificateur : Ingénieur de mise en service (équipe MER)				
Eléments à vérifier	O/N	Bloquant (O/N)	Punchlist	Produite par
Vérification que la boîte de jonction est solidement fixée au skid et facilement accessible				
Vérification que les calibres des disjoncteurs sont adaptés au moteur (si applicable)				
Vérification que les câbles sont correctement raccordés dans la boîte de jonction entre la boîte de jonction et les équipements du skid				
Vérification que les chemins de câbles sont correctement installés entre la boîte de jonction et les équipements du skid				
Vérification que les câbles sont proprement tirés et fixés dans les chemins de câble				
Vérification que les couvercles de chemins de câbles sont installés				
Vérification que les câbles sont correctement raccordés aux équipements				
Vérification que tous les contrôles fils à fils (contrôle de continuité hors tension ont été faits et documentés)				
Vérification que les tests d'isolement sur les câbles de puissance ont été faits et documentés (1000 Volts)				
Vérification qu'une ligne d'alimentation de puissance provisoire est installée (si applicable)				
Vérification que le calibre des disjoncteurs sont temporaires et/ou des variateurs sont compatibles avec la puissance des moteurs testés				
Vérification qu'une araignée de test d'entrée/sortie est disponible et installée (si applicable), prête à être utilisée				

Date	Nom / Prénom	Signature

Date MAJ	25/06/2025
Revision	0
Version	E
Date de création	04/02/2025

**Punchlist travaux SKID 1.1**

Punchlist travaux SKID 1.1



Mini  
Green Power